

**IMPLEMENTASI TEKNIK WATERMARKING  
PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE  
*DISCRETE FOURIER TRANSFORM (DFT)***

**TUGAS AKHIR**



Oleh :

**SARI DWI JAYANTI**  
**0534010231**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
2011**

## **ABSTRACT**

*The ease of distributing digital media, especially using Internet, apparently brings the negative impact for the effort of copyright protection on digital media. Digital watermarking as one of solution to overcome these problems, facing the question of robustness against the distortion that could be happens along the distribution process.*

*There are several digital watermarking techniques, some of them operate directly on its spatial domain and the other one work on frequency domain. The watermarking techniques that operate on frequency domain, apparently can figure the problems out. DFT (Discrete Fourier Transform) as one of transformation that used in digital image processing environment.*

*The procedure must be done to insert a watermark is choose a cover image and a watermark image (a message). And afterward inserted processing will be done, then a watermarked image as result must be save in a image file with bmp extension. The next process is doing watermarked extraction process which be done with choose a watermarked image and a watermark image which been inserted. DFT used on both inserted processing and extracted processing.*

*The results of examination showed that obtain of average value of PNSR which used for account the difference of original image and watermarked image, whish value is 35,685 dB. On the watermarked extract processing, watermarked image which resulted, experiencing a little bit changed of watermark's image which had been inserted previously also acquired value of correlation (NC) which used for measured the difference of initial message's value and readable message's, and from the examination, obtain of NC's average value is 0,98926%.*

*Key words : digital image, watermarking, DFT.*

## ABSTRAK

Kemudahan distribusi media digital, khususnya melalui internet ternyata memberikan dampak negatif bagi usaha-usaha perlindungan hak cipta atas media digital. *Watermarking* digital sebagai salah satu solusi yang bisa digunakan untuk mengatasi masalah ini, dihadapkan pada permasalahan ketahanan terhadap distorsi yang mungkin terjadi selama proses distribusi.

Ada beberapa teknik *watermarking* digital, baik itu yang bekerja pada domain spasialnya maupun yang beroperasi pada domain frekuensinya. Teknik-teknik *watermarking* pada domain frekuensi ternyata cukup baik dalam mengatasi permasalahan ketahanan terhadap distorsi. DFT (*Discrete Fourier Transform*) sebagai salah satu jenis transformasi yang dapat digunakan dalam dunia pengolahan citra digital.

Prosedur yang harus dilakukan dalam menyisipkan *watermark* adalah memilih gambar *cover* dan gambar *watermark* (pesan). Dan kemudian dilakukan proses penyisipan, kemudian menyimpan gambar hasil penyisipan dalam bentuk file *berextensi* bmp. Proses selanjutnya adalah melakukan proses ekstraksi *watermark* yang dilakukan dengan cara memilih gambar ter-*watermark* dan memilih *watermark* yang telah disisipkan. DFT digunakan dalam kedua proses penyisipan serta proses ekstraksi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dapat diperoleh nilai rata-rata perhitungan PNSR untuk menghitung perbedaan gambar asli dan gambar ter-*watermark* sebesar 35,685 dB. Pada proses ekstraksi *watermark*, gambar *watermark* yang terbaca mengalami sedikit perubahan dari gambar *watermark* yang telah disisipkan sebelumnya serta diperoleh nilai korelasi (NC) untuk mengukur perbedaan nilai pesan awal dengan pesan terbaca, dan didapatkan nilai rata-rata NC sebesar 0,98926 %.

Kata kunci : citra digital, *watermarking*, DFT.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil‘alamin, Sembah sujudku dan segala puji syukur kepada Allah SWT, karena hanya dengan kehendak dan kuasa-Nya, penulis dapat menyelesaikan pembuatan Tugas Akhir yang berjudul **”IMPLEMENTASI TEKNIK WATERMARKING PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE *DISCRETE FOURIER TRANSFORM (DFT)*”**.

Tugas Akhir dengan beban 4 SKS ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata Satu (S1) pada program studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jawa Timur Surabaya.

Penulis menyadari bahwasanya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini telah mendapat bantuan dan dukungan yang tidak sedikit dari berbagai pihak. Untuk itu penulis secara khusus mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri-Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim.
2. Bapak Basuki Rahmat, S.Si, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika-Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim.
3. Ibu Ir. Kartini, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah giat meluangkan banyak waktu untuk memberikan ilmu serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini.
4. Ibu Fetty Tri anggraeny S.Kom, selaku Dosen Pembimbing II yang dengan sabar telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan tenaga di antara kesibukan

beban-beban kegiatan akademik untuk memberikan bimbingan dan kesempatan penulis untuk berkreasi dalam proses pembuatan Skripsi ini.

5. Ayah, bunda, dan kakak bro yang senantiasa mengingatkan dan mendoakan serta memberikan dukungannya supaya Tugas Akhir ini segera penulis selesaikan.
6. Teman-teman spesial satu angkatan yang telah banyak membantu penulis. Anita 'Solo' Trihapsari (*minjem laptop, pemberi semangat dan saran*), Ricky 'Alex' Hedi, Ahmad Na'im, Ibrahim 'Bro' Tauhid, Ferry Syaifullah, Dedy 'Rambo' Budiawan, Bagus 'Ndut' , Bagus 'Cukrik', Dodik Does, Eko Fajar, Tulus, Erin, Cha2, Yoe, Amir, Qoyyim, Didok, Yeyen, Yuli dan teman-teman lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
7. Teman-teman seperjuangan: Gilang, Ferry, Fitri, Andrias, Evy, Vivin, Drenges, adik-adik angkatan '06.
8. Teman-teman di Satmenwa 806 / Giri Yudha Bakti yang selalu menemani penulis selama di kampus tercinta ini.
9. Dan semua orang yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis selama ini.

Di dalam Tugas Akhir ini mungkin masih terdapat banyak kekurangan yang belum bisa penulis sempurnakan. Untuk itu saran dan masukan sangatlah penulis harapkan untuk perbaikan ke depan.

Surabaya, Mei 2011

Penulis

## DAFTAR ISI

	Hal.
ABSTRAK.....	I
KATA PENGANTAR.....	Iii
DAFTAR ISI.....	V
DAFTAR GAMBAR.....	Ix
DAFTAR TABEL.....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>8</b>
2.1 <i>Watermarking</i> Digital.....	8
2.1.1 Definisi <i>Watermarking</i> Digital.....	8
2.1.2 <i>Framework Watermarking</i> Digital.....	9

	Hal.
2.1.3 Karakteristik <i>Watermarking</i> Digital.....	9
2.1.4 Klasifikasi Teknik <i>Watermarking</i> Digital.....	11
2.1.5 <i>Watermarking</i> pada Domain Frekuensi.....	13
2.1.6 <i>Watermarking</i> pada Citra Digital.....	15
1) <i>Watermarking</i> pada Citra <i>Grayscale</i> .....	16
2) <i>Watermarking</i> pada Citra Berwarna.....	16
2.2 Macam Gambar.....	17
2.2.1 JPEG.....	17
2.2.2 Bitmap.....	18
2.2.3 PNG.....	21
2.2.4 GIF.....	22
2.2.5 TIFF.....	23
2.3 Macam Citra Berdasarkan Format Penyimpanan	
Nilai Warna.....	24
2.3.1 Citra Biner.....	24
2.3.2 Citra Skala Keabuan ( <i>grayscale</i> ).....	25
2.3.3 Citra Warna ( <i>True Color</i> ).....	25
2.3.3 Citra Warna Berindeks.....	26
2.4 Warna dan Ruang Warna.....	27
2.4.1 RGB ( <i>Red Green Blue</i> ).....	28
2.4.2 HSL ( <i>Hue Saturation Lightness</i> ) dan HSV ( <i>Hue Saturation Value</i> ) .....	28

	Hal.
2.4.3 YCbCr.....	31
2.5 Transformasi Fourier Diskrit 2-D.....	33
2.6 Pengukuran Kualitas Citra Digital.....	34
2.7 Korelasi.....	36
<b>BAB III ANALISA DAN PERANCANGAN.....</b>	<b>38</b>
3.1 Analisa Permasalahan.....	38
3.1.1 Penyisipan Pesan.....	39
3.1.2 Pembacaan Pesan.....	47
3.1.3 Pengukuran Kualitas Gambar Ter- <i>watermark</i> .....	50
3.2 Perancangan Antarmuka.....	50
3.2.1 Rancangan Antarmuka Penyisipan Pesan.....	50
3.2.2 Rancangan Antarmuka Pembacaan Pesan.....	51
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN EVALUASI.....</b>	<b>53</b>
4.1 Kebutuhan Sistem.....	53
4.2 Potongan Program.....	53
4.3 Implementasi <i>Interface</i> .....	58
4.3.1 <i>Form</i> Awal.....	59
4.3.2 <i>Form</i> Penyisipan Pesan.....	60
4.3.3 <i>Form</i> Pembacaan Pesan.....	62



<b>BAB V UJI COBA DAN EVALUASI.....</b>	<b>67</b>
5.1 Tujuan Pengujian.....	67
5.2 Lingkungaa Pengujian.....	67
5.3 Data Uji.....	68
5.4 Kasus Uji.....	70
5.4.1 Kasus Uji 1 Penyisipan Pesan ke dalam gambar <i>cover</i> .....	71
5.4.2 Kasus Uji 2 Pembacaan Pesan ke dalam gambar <i>Ter-watermark</i> .....	74
5.4.3 Kasus Uji 3 Menyisipkan Pesan apabila maksimal <i>pesan &lt; gambar cover</i> .....	78
5.4.4 Kasus Uji 4 Membaca Pesan di dalam gambar yang <i>Telah diberi noise salt and peppers 5%</i> .....	81
5.5 Evaluasi.....	82
 <b>BAB VI PENUTUP.....</b>	 <b>83</b>
6.1. Kesimpulan.....	83
6.2. Saran.....	84
 <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	 <b>85</b>

## DAFTAR GAMBAR

No.	Hal.
2.1 Operasi yang biasa dialami oleh sebuah media digital.....	14
2.2 Contoh nilai citra biner.....	24
2.3 Contoh nilai citra skala keabuan.....	25
2.4 Contoh nilai citra warna ( <i>true color</i> ).....	26
2.5 Contoh nilai citra berindeks.....	27
2.6 Ruang warna RGB.....	28
2.7 Ruang warna HSL.....	29
2.8 Ruang warna HSV.....	30
2.9 Komposisi citra RGB ke dalam YcbCr.....	32
2.10 Penyisipan <i>circular watermark</i> .....	33
3.1 <i>Flowchart</i> Proses <i>Watermarking</i> secara umum.....	38
3.2 Contoh perubahan menggunakan Arnold's Cat Map.....	41
3.3 <i>Flowchart</i> Transformasi Arnold's Cat Map.....	42
3.4 Representasi hasil perhitungan DFT.....	43
3.5 Algoritma Proses Penyisipan Pesan.....	44
3.6 <i>Flowchart</i> Penyisipan Pesan.....	46
3.7 Algoritma Proses Pembacaan Pesan.....	48
3.8 <i>Flowchart</i> Proses Pembacaan Pesan.....	49
3.9 Rancangan Antarmuka Penyisipan Pesan.....	51
3.10 Rancangan Antarmuka Pembacaan Pesan.....	52

	Hal
4.1 <i>Interface Form Awal</i> .....	59
4.2 <i>Form Penyisipan Pesan</i> .....	60
4.3 <i>Simpan gambar pada Form Penyisipan Pesan</i> .....	61
4.4 <i>Form Pembacaan Pesan</i> .....	63
4.5 <i>Form Bantuan</i> .....	64
4.6. <i>Form Bantuan Pembacaan Pesan</i> .....	65
4.7 <i>Form Bantuan Penyisipan Pesan</i> .....	65
4.8 <i>Form Keluar</i> .....	66
5.1 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i> ‘cameraman.bmp’ dan gambar pesan ‘watermark4.bmp’ .....	71
5.2 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i> ‘lena.bmp’ dan gambar pesan ‘copy.bmp’ .....	72
5.3 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i> ‘monkey.bmp’ dan gambar pesan ‘right.bmp’ .....	72
5.4 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i> ‘jalan.bmp’ dan gambar pesan ‘right.bmp’ .....	73
5.5 Percobaan terhadap pembacaan pesan terhadap gambar ter- <i>watermark</i> ‘monkey-watermark4.bmp’ .....	75
5.6 Percobaan terhadap pembacaan pesan terhadap gambar ter- <i>watermark</i> ‘cameraman-watermark1.bmp’ .....	75
5.7 Percobaan terhadap pembacaan pesan terhadap gambar ter- <i>watermark</i> ‘jalan-right.bmp’ .....	76

5.8 Percobaan terhadap pembacaan pesan terhadap gambar ter- <i>watermark</i>	
'lenna-copy.bmp' .....	76
5.9 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i>	
'lenna-img.bmp' dan gambar pesan <i>qr code</i> 'img.bmp' .....	78
5.10 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i>	
'cameraman1.bmp' dan gambar pesan 'copy.bmp' .....	79
5.11 Percobaan terhadap penyisipan pesan terhadap gambar <i>cover</i>	
'Lena1.bmp' dan gambar pesan 'mark.bmp' .....	80
5.12 Percobaan terhadap pembacaan pesan terhadap gambar ter- <i>watermark</i>	
'monkey-mark.bmp' dengan <i>noise</i> 5% .....	81

## DAFTAR TABEL

No.	Hal.
5.1	Tabel Gambar dan Ukuran Gambar <i>Cover</i> Uji Coba..... 68
5.2	Tabel Gambar dan Ukuran Gambar Pesan Uji Coba..... 69
5.3	Hasil Perhitungan PSNR Gambar <i>Cover</i> dengan Gambar ter- <i>watermark</i> ..... 73
5.4	Hasil Perhitungan Korelasi dari Pesan Terbaca dengan Gambar pesan yang disisipkan..... 77
5.5	Hasil Pengujian Uji Coba 3..... 80
5.6	Hasil Pengujian Uji Coba 4..... 82

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini hampir tidak ada orang yang tidak mengenal komputer. Komputer telah dipakai dalam hampir segala aspek kehidupan. Komputer sebagai alat pengolah digital saat ini hampir dimiliki oleh setiap keluarga. Seperti halnya televisi, komputer saat ini juga banyak digunakan sebagai media hiburan. Dengan perkembangan komputer, data-data dalam bentuk digital semakin banyak digunakan, karena memang komputer yang berkembang saat ini merupakan peralatan elektronik yang menggunakan dan mengolah data dalam bentuk digital.

Penggunaan data digital baik berupa teks, suara, citra maupun video sangat pesat dengan adanya komputer, apalagi dengan perkembangan teknologi jaringan antar komputer didunia yang disebut dengan internet, yang memungkinkan pertukaran data digital semakin mudah dilakukan.

Penggunaan data digital selain mudah dalam hal penyebaran, juga disebabkan akan kemudahan dan murah nya biaya penggandaan (*peng-copyan*) serta penyimpan nya untuk digunakan di kemudian hari. Dampak kemudahan inilah yang disalah gunakan tanpa memperhatikan aspek hak cipta (*Intellectual Property Right*), sehingga perlu dipikirkan adanya perlindungan terhadap hak cipta. Permasalahan diatas, membawa perubahan cara pandang peneliti terhadap metode yang digunakan untuk melindungi hak cipta pada media digital.

Banyak cara yang sudah dilakukan untuk memberikan perlindungan data digital seperti kriptografi, *copy-protection*, *visible marking*, *header marking* dan

lainnya. Tetapi cara tersebut di atas memiliki kelemahan masing - masing. Seperti halnya kriptografi, dalam konteks perlindungan terhadap hak cipta media digital ternyata tidak memberikan jawaban yang memuaskan. Teknik kriptografi hanya mengijinkan pemegang kunci yang benar saja yang dapat mengakses media digital terenkripsi, tetapi ketika media ini telah didekripsi tidak ada lagi cara untuk melacak hasil reproduksi. Satu dekade terakhir muncul pemakaian steganography untuk mengatasi masalah perlindungan hak cipta ini pada data digital yang lebih dikenal dengan istilah *watermarking*.

*Watermarking* digital menawarkan solusi lain yang lebih tepat untuk masalah ini, teknik *watermarking* melindungi media digital dengan data tertentu yang tertanam secara permanen di dalam media yang bersangkutan. Teknik *watermarking* digunakan untuk menyembunyikan data dalam gambar digital dengan sedikit atau tanpa terasa adanya perubahan yang tampak pada gambar tersebut sehingga gambar tersebut dapat didistribusikan tanpa adanya kecurigaan bahwa di dalam gambar itu terdapat tanda rahasia.

Proses *watermarking* digital dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu *watermark* ditanamkan pada domain spasial atau *pixel*, atau juga *watermark* ditanamkan pada domain frekuensi. Penanaman *watermarking* pada domain frekuensi, domain frekuensi diperoleh dengan melakukan transformasi image. Banyak jenis transformasi yang digunakan untuk melakukan transformasi image, salah satunya adalah *Discrete Fourier Transform* (DFT).

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dipaparkan, maka didapat perumusan masalah yang akan diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- Melakukan penyembunyian pesan ke dalam gambar digital dengan metode *Discrete Fourier Transformation* (DFT).
- Melakukan ekstraksi pesan tersembunyi pada gambar digital yang telah disisipkan pesan.
- Membandingkan kualitas antara gambar digital asli dengan gambar digital yang sudah disisipkan pesan.

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup atau batasan-batasan permasalahan merupakan hal yang sangat penting untuk ditentukan terlebih dahulu agar diketahui sejauh mana tugas akhir ini akan dikerjakan. Beberapa batasan masalah tersebut antara lain:

- a. Penyembunyian pesan dilakukan pada gambar digital dengan format yang telah ditentukan, yaitu bitmap (bmp).
- b. Penyembunyian pesan dilakukan pada gambar keabuan (*grayscale*).
- c. Pesan yang disembunyikan pada gambar digital hanya berupa gambar hitam-putih (gambar biner) dengan ukuran 40 x 40 *pixel*.
- d. Bahasa pemrograman yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan. Begitu juga dengan tampilan dari aplikasi ini akan disesuaikan dengan kebutuhan.
- e. Pembuatan aplikasi menggunakan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT).



## 1.4 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai pada penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- Memahami teknik *watermarking* digital pada citra dengan menggunakan metode *Discrete Fourier Transformation* (DFT).
- Memahami teknik ekstraksi pesan rahasia yang telah disisipkan pada gambar digital.
- Mengimplementasikan teknik *watermarking* pada citra digital ke dalam sebuah perangkat lunak.

## 1.5 Manfaat

Dengan dilakukannya *Watermarking* pada Citra Digital, maka akan didapatkan manfaat sebagai berikut:

- Proteksi Hak Cipta

Dalam perlindungan hak cipta adalah sebagai bukti otentik atas hak kepemilikan pencipta atas content yang dibuat atau diproduksinya. *Watermarking* sangat ideal untuk pembuatan label hak cipta, karena bukan hanya tak terlihat tetapi juga tidak dapat dipisahkan dari data yang disisipi. Hal ini merupakan alasan utama sehingga proteksi menggunakan label hak cipta menjadi aplikasi yang sangat terkemuka saat ini. (Lu, Chun-Shien. 2005.).

## 1.6 Metodologi Penelitian

### 1. Studi Pustaka

Melakukan studi pustaka tentang cara representasi format dari *file* gambar digital yang digunakan serta teknik penyembunyian dan ekstraksi terhadap *file* gambar digital dengan metode *Discrete Fourier Transform* (DFT).

### 2. Analisis

Analisis dari hasil studi pustaka. Meliputi algoritma yang digunakan pada penyembunyian data beserta teknik ekstraksinya. Disamping itu dilakukan juga analisis terhadap kebutuhan perangkat lunak yang akan dibangun sehingga diperoleh gambaran umum yang akan dibangun.

### 3. Perancangan Perangkat Lunak

Melakukan pengumpulan terhadap kebutuhan fungsional, merancang arsitektur perangkat lunak dan perancangan antarmuka.

### 4. Implementasi Perangkat Lunak

Melakukan pembuatan perangkat lunak dari rancangan yang telah dibuat sebelumnya.

### 5. Pengujian

Melakukan pengujian terhadap perangkat lunak yang telah diimplementasi, yaitu keberhasilan penyembunyian pesan dan ekstraksinya pada gambar digital, serta kualitas gambar antara sebelum dan sesudah penyembunyian pesan.

## 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini secara sistematis diatur dan disusun dalam enam bab yang didalamnya terdapat beberapa sub bab. Secara ringkas uraian materi dari bab pertama hingga bab terakhir adalah sebagai berikut:

### BAB I Pendahuluan

Pada bab pendahuluan ini membahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan tugas akhir, manfaat tugas akhir, metode pembuatan tugas akhir serta sistematika dari penulisan bab akhir.

### BAB II Landasan Teori

Pada bab landasan teori ini menjelaskan tentang definisi *watermarking*, jenis-jenis *image* digital, warna dan ruang warna, dan klasifikasi *watermarking*.

### BAB III Perancangan Sistem

Pada bab perancangan sistem ini menjelaskan tentang perancangan perangkat lunak dari sistem yang akan dibuat, meliputi : deskripsi umum sistem, spesifikasi kebutuhan sistem, perancangan proses, perancangan data, dan perancangan antarmuka.

### BAB IV Implementasi

Bab implementasi ini berisi tentang pembuatan aplikasi dari perancangan sistem yang telah dibuat pada bab II.

### BAB V Uji Coba dan Evaluasi

Bab ini menjelaskan tentang proses pengujian terhadap sistem yang telah dibuat dan melakukan evaluasi terhadap hasil pengujian tersebut.

## BAB VI Penutup

Bab ini merupakan bab akhir dari pembuatan laporan dari aplikasi yang telah dibuat, dimana pada bab ini berisi kesimpulan dan saran dari penulis.